



دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی مهندسی برق - قدرت

## بررسی اثر تولیدات پراکنده در دست احداث شبکه برق منطقه ای زنجان

### بر تلفات و افت ولتاژ شبکه

نگارش:

رعنا بیگدلی

استاد راهنما:

دکتر امیر باقری

تابستان ۹۲

## چکیده

پیدایش منابع تولیدی کوچک موسوم به تولید پراکنده (Distributed Generation-DG) در سیستم های توزیع که می توان آن را نتیجه پیشرفت تکنولوژی و تجدید ساختار در صنعت برق دانست، گزینه های جدیدی را در طراحی و توسعه ی این سیستم ها فراهم نموده است. از سوی دیگر با توجه به قیود مکانی بخصوص در مناطق شهری با تراکم بالا و نیز محدودیت های مالی شرکت ها در احداث پست ها و خطوط توزیع، بهره گیری از منابع DG در فرایند طراحی و توسعه ی شبکه برای شرکت های برق جذابیت خاصی یافته است.

در سال های اخیر مطالعات متنوعی در خصوص مکان یابی DG در شبکه های توزیع به انجام رسیده است که در آن ها مکان و ظرفیت بهینه جهت احداث منابع DG روی نقاط شبکه با هدف کاهش تلفات، بهبود پروفیل ولتاژ و ارتقاء قابلیت اطمینان جستجو می شود. مطالعات انجام شده مکان یابی و تأثیر DG را در پست های توزیع انجام داده اند و مطالعه ی کمی در مورد تأثیر DG وقتی DG در پست فوق توزیع احداث شود انجام شده است. در این پروژه تأثیر احداث واحدهای DG در پست فوق توزیع شبکه واقعی برق منطقه ای زنجان در سال ۹۷ بررسی شده است. این بررسی شامل بررسی تأثیر DG بر ولتاژ پست ها، تلفات شبکه، بارگذاری پست ها و بارگذاری خطوط می باشد. شبیه سازی در محیط نرم افزار DIGSILENT انجام شده و نتایج بیانگر بهبود ولتاژ پست ها، کاهش تلفات شبکه و کاهش بارگذاری پست ها و خطوط می باشد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
<b>فصل اول : تولیدات پراکنده</b>	
۲	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ مفهوم تولیدات پراکنده
۷	۳-۱ تعاریف DG
۷	۱-۳-۱ هدف استفاده از DG
۷	۲-۳-۱ محل استقرار DG
۸	۳-۳-۱ ظرفیت نامی DG
۸	۴-۳-۱ منطقه تحویل توان
۸	۵-۳-۱ تکنولوژی استفاده شده برای DG
۱۰	۴-۱ اهداف استفاده از تولیدات پراکنده
۱۰	۵-۱ علل رویکرد به منابع تولید پراکنده
۱۱	۶-۱ علل رویکرد به منابع تولید پراکنده در ایران
۱۲	۷-۱ مقایسه مزایای سیستم های سنتی و DG
۱۶	۸-۱ مشکلات و موانع توسعه DG
۱۷	۹-۱ راهکارهایی جهت کاهش موانع
۱۷	۱-۹-۱ راهکارهای کاهش موانع فنی
۱۷	۲-۹-۱ راهکارهای کاهش موانع تجاری
۱۸	۳-۹-۱ راهکارهای کاهش موانع قانونی
۱۸	۱۰-۱ تکنولوژی های مورد استفاده برای تولیدات غیرمتمرکز
۱۹	۱-۱۰-۱ فن آوری های استفاده کننده از منابع تجدید ناپذیر
۱۹	۱-۱۰-۱ توربین های احتراقی
۱۹	۲-۱۰-۱ میکرو توربین های احتراقی
۲۰	۳-۱۰-۱ توربین های گازی
۲۰	۴-۱۰-۱ ژنراتورهای دیزلی
۲۱	۵-۱۰-۱ میکرو توربین های احتراقی
۲۱	۶-۱۰-۱ موتورهای استرلینگ
۲۱	۷-۱۰-۱ سلول های سوختی
۲۲	۲-۱۰-۱ فن آوری های استفاده کننده از منابع تجدید پذیر

۲۲	۱-۱۰-۲-۱ واحدهای آبی کوچک
۲۳	۱-۱۰-۲-۲ توربین های بادی
۲۵	۱-۱۰-۲-۲-۱ مزایای بهره برداری از انرژی باد
۲۵	۱-۱۰-۲-۳ فتوولتائیک
۲۶	۱-۱۰-۴ انرژی گرمایی خورشیدی
۲۶	۱-۱۰-۵ زمین گرمایی
۲۷	۱-۱۰-۶ چرخ لنگر
۲۸	۱-۱۰-۷ بیوماس
۲۸	۱-۱۰-۳ ذخیره کننده های انرژی الکتریکی
۲۹	۱-۱۱ جمع بندی
<b>فصل دوم : معرفی شبکه زنجان</b>	
۳۳	۲-۱ معرفی شبکه برق منطقه ای زنجان
۳۴	۲-۲ برآورد بار
۳۹	۲-۳ وضعیت تولید
۴۰	۲-۴ طرح های توسعه تا سال ۹۷
۴۰	۲-۵ پست ها
۴۰	۲-۵-۱ پست های انتقال
۴۱	۲-۵-۲ پست های فوق توزیع
۴۱	۲-۶ خطوط
۴۱	۲-۶-۱ خطوط انتقال
۴۲	۲-۶-۲ خطوط فوق توزیع
۴۳	۲-۷ جبرانسارها
۴۳	۲-۷-۱ خازن ها
۴۳	۲-۷-۲ راکتورها
۴۳	۲-۸ مطالعه شبکه در حضور نیروگاه های تولید پراکنده
۴۵	۲-۹ تبادل برق با شبکه ی استان های همجوار در سال ۱۳۹۷
<b>فصل سوم : نتایج شبیه سای بدون حضور DG</b>	
۴۸	۳-۱ مقدمه
۴۹	۳-۲ معرفی ویژگی ها و تاریخچه ی نرم افزار دیگسایلنت
۵۰	۳-۳ ولتاژ پست ها
۵۴	۳-۴ بارگذاری خطوط

۵۹	۳-۵ بارگذاری پستها
۶۰	۳-۶ تلفات
<b>فصل چهارم : نتایج شبیه سازی با حضور DG</b>	
۶۲	۴-۱ مقدمه
۶۲	۴-۲ ولتاژ پست ها
۶۹	۴-۳ بارگذاری خطوط
۷۳	۴-۴ بارگذاری پستها
۷۴	۴-۵ تلفات
<b>فصل پنجم : مقایسه نتایج و نتیجه گیری</b>	
۷۶	۵-۱ نتیجه گیری
۸۲	مراجع

## فصل اول

### توليدات پراکنده

## ۱-۱- مقدمه

در سیستم های بهم پیوسته برق، با توجه به صرفه جویی های مقیاس (Economies of Scale) تولید انرژی الکتریکی به صورت مرکزی و توسط نیروگاه های بزرگ صورت می گیرد. در سالهای اولیه پیدایش سیستم های بهم پیوسته، معمولاً سیستم با رشد سالانه حدود ۶ الی ۷ درصدی در مصرف انرژی الکتریکی مواجه بود. در دهه ۱۹۷۰ مباحثی از قبیل بحران نفتی و مسائل زیست محیطی مشکلات جدیدی را برای

صنعت برق مطرح نمودند، به گونه ای که در دهه ۱۹۸۰ این فاکتورها و تغییرات اقتصادی، منجر به کاهش رشد بار به حدود ۱.۶ الی ۳ درصد در سال شدند. در همین زمان هزینه انتقال و توزیع انرژی الکتریکی نیز به طرز قابل توجهی افزایش یافت. لذا تولید مرکزی توسط نیروگاههای بزرگ، اغلب به دلیل کاهش رشد بار، افزایش هزینه انتقال و توزیع، حاد شدن مسائل زیست محیطی و تغییرات تکنولوژیکی و قانون گذاری های مختلف غیر عملی شدند.

در دهه های اخیر، تجدید ساختار صنعت برق و همچنین خصوصی سازی این صنعت، مطرح و در برخی کشورها اعمال گشته است. طی این مدت، به خاطر بالا بردن بازده بهره برداری و تشویق سرمایه گذاران، صنعت برق دستخوش تغییرات اساسی از لحاظ مدیریت و مالکیت گردیده است، به طوریکه برای ایجاد فضای رقابتی مناسب، بخش های مختلف آن از جمله تولید، انتقال و توزیع از هم مستقل گردیده اند. در محیط تجدید ساختار یافته صنعت برق، متقاعد نمودن بازیگران بازار به سرمایه گذاری در پروژه های چندین میلیارد دلاری تولید و انتقال توان آسان نیست.

این تغییر و تحولات از یک طرف و همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، عواملی همچون آلودگی محیط زیست، مشکلات احداث خطوط انتقال جدید و پیشرفت فناوری در زمینه اقتصادی نمودن ساخت واحدهای تولیدی در مقیاس کوچک در مقایسه با واحدهای تولیدی بزرگ از طرف دیگر، باعث افزایش استفاده از واحدهای

تولیدی کوچک تحت عنوان "تولیدات پراکنده" (DG) که به طور عمده به شبکه های توزیع متصل شده و نیازی به خطوط انتقال ندارند، گردیده است [۴-۱].

اکثر تکنولوژی های تولید پراکنده در جنبه های متعدد مانند عملکرد، اندازه و قابلیت گسترش، انعطاف پذیر هستند. ضمن اینکه استفاده از تولید پراکنده باعث یک عکس العمل قابل انعطاف به مقدار دهی قیمت برق می گردد.

شبکه های توزیع معمولاً به صورت شعاعی طراحی می شوند که هیچ ژنراتوری در سمت بار وجود ندارد.

بنابراین وجود ژنراتور در شبکه توزیع روی توان جاری شده و شرایط ولتاژ بار و تجهیزات شبکه الکتریکی

تأثیر می گذارد و این می تواند روی پارامترهای عملکردی سیستم، تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد [۵].

انرژی الکتریکی تولیدی توسط تولیدات پراکنده در اکثر کشورهای پیشرفته، تحول عظیمی در سیستم های تولید و انتقال انرژی بوجود آورده که تمام نیازها و مزایای پایه (Basic) تولید و انتقال در موارد فنی،

آکادمیک و بازرگانی را برآورده می کند.

تولید پراکنده انرژی اصطلاح جدیدی نیست. از آغازین روزهایی که بشر برای رفع نیاز خود، به انواع مختلف

انرژی نیاز داشت، تولید پراکنده شکل گرفته است، چرا که این انرژی عملاً در نزدیکی محل مصرف آن تولید

می شود. تولیدات پراکنده به صورت محلی مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به این که این تولیدات

نزدیک به مراکز مصرف می باشند، نیازی به انتقال انرژی الکتریکی خروجی آن ها در مسافت های طولانی

وجود ندارد. هرچه مصرف کننده به تولید کننده نزدیکتر باشد، هزینه تأمین انرژی الکتریکی نیز کاهش

خواهد یافت.

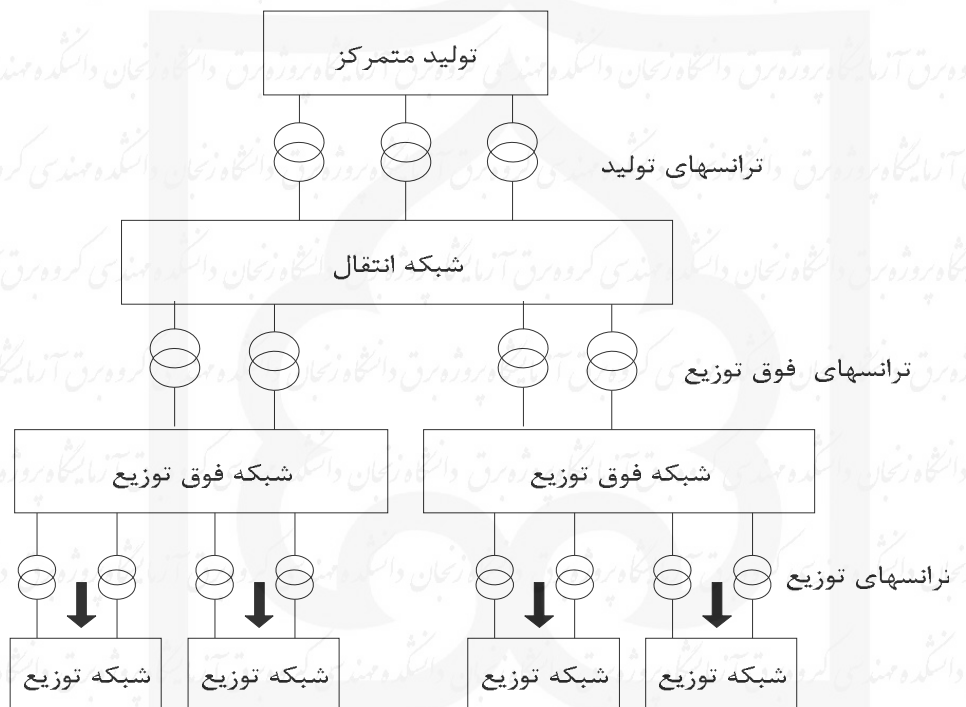
این مباحث و مسائل باعث شده است که تولید پراکنده به عنوان یک انتخاب مناسب جهت تولید و

پاسخگویی به افزایش تقاضای مصرف مطرح گردد.



## ۱-۲- مفهوم تولیدات پراکنده

در طی دهه های اخیر با توسعه سیستم های قدرت، روش رساندن انرژی الکتریکی به مصرف کننده ها به طور کلی به این صورت بوده است که، پس از تولید توان لازم توسط نیروگاه ها، ولتاژ از طریق ترانسفورماتورها تا حد مطلوب بالا رفته، سپس انرژی الکتریکی از طریق خطوط طویل تا نزدیکی مصرف کننده ها انتقال داده می شود. آنگاه پس از یک یا چند مرحله کاهش ولتاژ توسط ترانسفورماتورها، توان به مصرف کننده می رسد. بنابراین یک سیستم متداول قدرت را می توان شامل سه قسمت تولید، انتقال و توزیع دانست (شکل (۱-۱)).



شکل (۱-۱): آرایش متداول سیستم قدرت

• بخش تولید: نیروگاه های تولید برق، شامل ژنراتورهای بزرگ و سایر تجهیزات لازم برای تولید انرژی الکتریکی، از هر تکنولوژی که باشند (هسته ای، بخاری، گازی، آبی و...) ساختار تولید را در سیستم قدرت تشکیل می دهند.

• بخش انتقال: با وجود فواصل زیاد بین بخش تولید و مصرف کننده های توان و عدم امکان ذخیره انرژی الکتریکی در مقیاس بزرگ، ناگزیر خطوط طویل انتقال استفاده می شوند. سطح ولتاژ انرژی

الکتریکی تولید شده در نیروگاه ها، به وسیله ترانسفورماتورها بالا برده می شود. شبکه انتقال، انرژی

الکتریکی با سطح ولتاژ بالا را دریافت کرده و به شبکه توزیع و مصرف کننده های بسیار بزرگ که

تعدادشان کم است، تحویل می دهد. طول خطوط انتقال بسته به فاصله بین محل تولید تا محل بار

متفاوت هستند و هر چه خطوط طولانی تر باشند به سطح ولتاژی بالاتر و هادی هایی با مقاومت

کمتر برای کاهش تلفات نیاز است.

• بخش فوق توزیع: در سیستم فوق توزیع توان مورد نیاز از شبکه انتقال ولتاژ بالا دریافت شده و در

سطح ولتاژی پایین تر در سراسر شبکه فوق توزیع منتقل می شود و در پستهای فوق توزیع به

سیستم توزیع با ولتاژ پایین تحویل داده می شود.

• بخش توزیع: در سیستم توزیع توان تحویلی از پست های فوق توزیع به مصرف کننده ها با ولتاژ

پایین تحویل داده می شود.

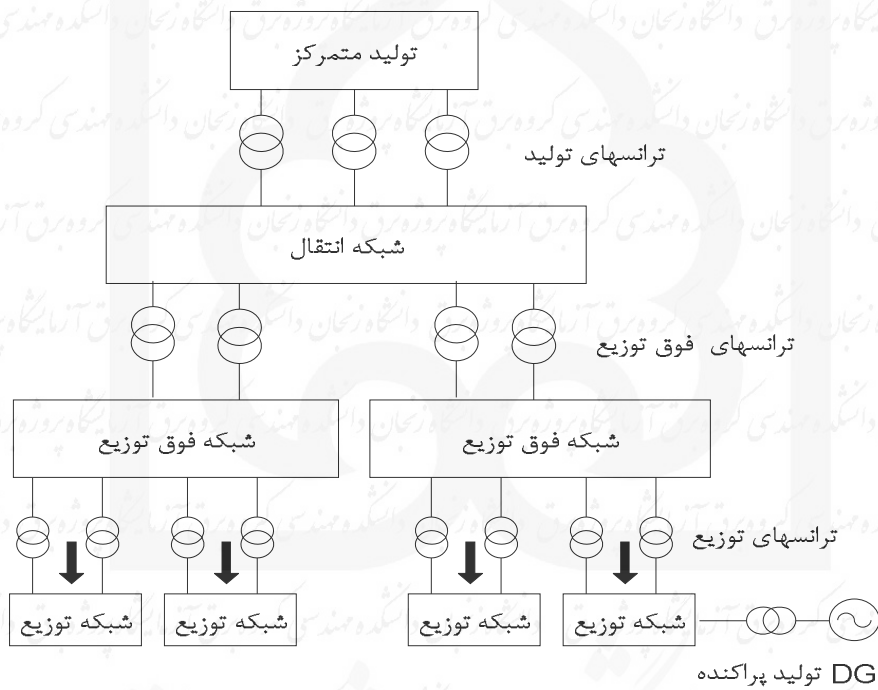
تعریف سطوح ولتاژ در کشورهای مختلف، متفاوت است. در اینجا می توانیم نمونه ای از سطح بندی

ولتاژ را در کشور ایران و فرانسه در جدول (۱-۱) ببینیم [۶].

جدول (۱-۱): سطوح استاندارد ولتاژ در فرانسه و ایران

سطوح استاندارد ولتاژ		
ایران	فرانسه	
۲۳۰kv - ۴۰۰kv	۲۲۵kv - ۴۰۰kv	سیستم انتقال
۱۳۲kv - ۶۳kv	۶۳kv - ۹۰kv	سیستم فوق توزیع
۲۰kv - ۳۳kv	۱۰kv - ۵.۵kv	سیستم توزیع فشار متوسط
۶.۳kv	۱۵kv - ۲۰kv - ۳۳kv	
۲۲۰v - ۴۰۰v	۲۳۰v - ۴۰۰v	سیستم توزیع فشار ضعیف

آنچه ذکر شد ساختار مرسوم سیستم های قدرت می باشد که از زمان ظهور شبکه های بزرگ انتقال انرژی الکتریکی تا کنون ادامه داشته است. اما در سال های اخیر همگام با گسترش تولیدات صنعتی و توسعه خصوصی سازی صنعت برق و همچنین افزایش سرمایه گذاری بر روی منابع تولید انرژی تجدید پذیر، تمایل به تولید انرژی الکتریکی در محل مصرف کننده زیاد شده است به گونه ای که امروزه در بسیاری از کشورهای صنعتی نیروگاه هایی با ظرفیت های متفاوت و تکنولوژی های مختلف به شبکه توزیع متصل شده اند. این اتصال، آرایش جدیدی از سیستم قدرت را معرفی می کند که در شکل (۱-۲) شمای کلی آن دیده می شود. در این ساختار به واحدهای تولیدی متصل به سیستم توزیع، تولید توزیع شده یا DG اطلاق می شود.



شکل (۱-۲): ساختار جدید سیستم های قدرت پس از پیدایش DG

برای اشاره به این نوع از تولید برق عبارات متفاوتی به کار رفته است که «Generatin Embedded» یکی از آنها است. «Embedded» در لغت به معنای «جا سازی شده» بوده و EG به این معنا است که تجهیزات

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## ۵-۱- نتیجه گیری

استفاده از مولد های کوچک برای تولید برق بعد از ایجاد نیروگاههای بزرگ رنگ باخت اما با پیشرفت تکنولوژی های تولید برق در مقیاس کوچک و ایجاد تجدید ساختار در صنعت برق و مسائل زیست محیطی، باعث مطرح شدن مجدد این مولد ها در صنعت تولید برق شده است.

پیدایش منابع تولیدی کوچک موسوم به تولید پراکنده (Distributed Generation-DG) در سیستم های توزیع که می توان آن را نتیجه پیشرفت تکنولوژی و تجدید ساختار در صنعت برق دانست، گزینه های جدیدی را در طراحی و توسعه ی این سیستم ها فراهم نموده است. از سوی دیگر با توجه به قیود مکانی بخصوص در مناطق شهری با تراکم بالا و نیز محدودیت های مالی شرکت ها در احداث پست ها و خطوط توزیع، بهره گیری از منابع DG در فرایند طراحی و توسعه ی شبکه برای شرکت های برق جذابیت خاصی یافته است.

وجود برخی مشکلات مانند هزینه بالای تکنولوژی های تولید پراکنده، عدم وجود زیر ساخت ها و استانداردهای لازم مانع از گسترش تولید پراکنده در کشور شده است، اما با توجه به مزایای تولید پراکنده و اهمیت تغییر ساختار صنعت برق برای همگام شدن با نیازهای روز و همچنین هزینه های سنگین اقتصادی برق رسانی به نواحی دور دست و مصارف پراکنده و مشکلات فراوان در نگهداری شبکه های طولانی انتقال و توزیع، تولید پراکنده به عنوان یک مکمل مناسب، انتخاب خوبی برای توسعه منابع انرژی در آینده است. از اینرو تحقیق گسترده تر درباره منابع تولید پراکنده، شناخت پتانسیل های موجود، جایابی بهینه این منابع و نوآوری و توسعه تکنولوژیکی برای اقتصادی تر کردن آن ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

در سال های اخیر مطالعات متنوعی در خصوص مکان یابی DG در شبکه های توزیع به انجام رسیده است که در آن ها مکان و ظرفیت بهینه جهت احداث منابع DG روی نقاط شبکه با هدف کاهش تلفات، بهبود پروفیل ولتاژ و ارتقاء قابلیت اطمینان جستجو می شود. مطالعات انجام شده مکان یابی و تأثیر DG را در

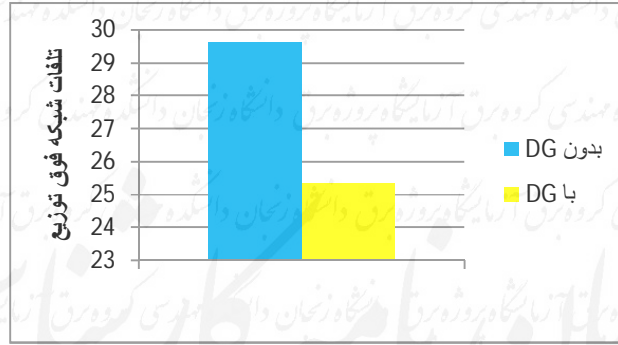
پست های توزیع انجام داده اند و مطالعه ی کمی در مورد تأثیر DG وقتی DG در پست فوق توزیع احداث شود انجام شده است.

یکی از اهداف جانبی بهره برداری از واحدهای DG در شبکه توزیع، بهبود پروفیل ولتاژ شبکه و حفظ مطمئن تر ولتاژ ترمینال مصرف کننده در محدوده مطلوب و استاندارد است. جریان یافتن الکتریسیته در خطوط باعث افت ولتاژ می شود و سیستم تولید پراکنده با تزریق توان به شبکه و تأمین بخشی از توان اکتیو و راکتیو مصرف کننده، جریان جاری در خطوط را کاهش می دهد که باعث اصلاح ولتاژ شبکه و بهبود توان دریافتی می شود.

ویژگی دیگر نهفته در DG کاستن از تلفات توان در خطوط است. مقدار توان تلف شده در خط به جریان جاری شده و مقاومت خط انتقال انرژی بستگی دارد. بنابراین کاهش مقاومت یا جریان هر دو به کاهش تلفات منجر می شود. واحدهای DG با تزریق توان به شبکه و تأمین بخشی از نیاز مصرف کنندگان جریان عبوری از خطوط را کاهش می دهد.

در این پروژه تأثیر احداث واحدهای DG در پست فوق توزیع شبکه واقعی برق منطقه ای زنجان در سال ۹۷ بررسی شده است. این بررسی شامل بررسی تأثیر DG بر ولتاژ پست ها، تلفات شبکه، بارگذاری پست ها و بارگذاری خطوط می باشد. شبیه سازی در محیط نرم افزار DIGSILENT انجام شده است.

ابتدا پخش بار برای شبکه مورد مطالعه اجرا شده و تلفات شبکه فوق توزیع را با و بدون حضور DG محاسبه می کنیم. با توجه به نمودار (۵-۱) مشاهده می شود که با نصب DG تلفات شبکه فوق توزیع از مقدار ۲۹.۶۳ کیلووات به ۲۵.۳۶ کیلووات می رسد که حدوداً ۱۴.۴۱٪ کاهش یافته است.



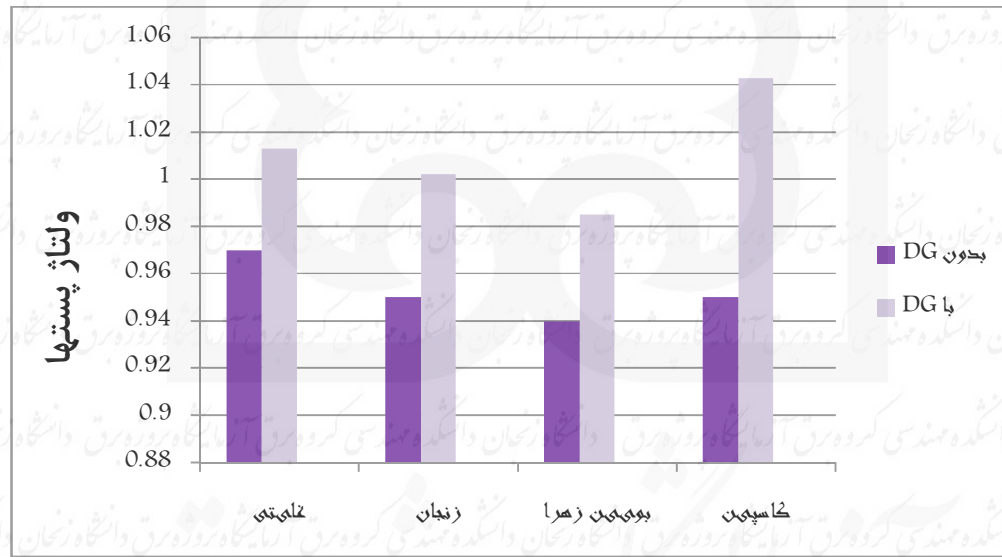
نمودار (۵-۱): تلفات شبکه فوق توزیع با و بدون حضور DG

با توجه به ازدیاد پست ها و خطوط فوق توزیع شبکه برق منطقه ای زنجان ترجیحاً ۴ الی ۵ پست به عنوان

نمونه در نمودار مقایسه شده است.

پروفیل ولتاژ با و بدون حضور DG در نمودار (۵-۲) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود با حضور

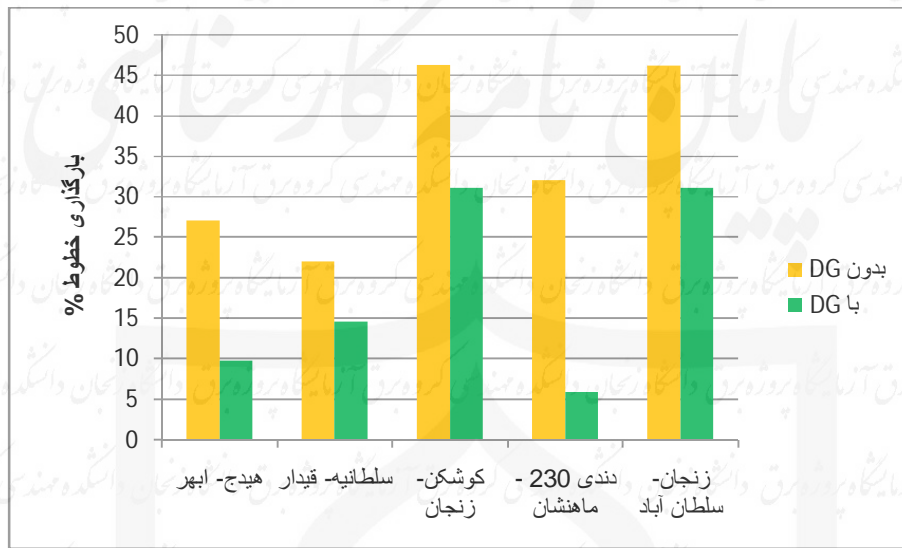
DG پروفیل ولتاژ به میزان قابل توجهی بهبود پیدا کرده و نسبتاً حول ۱ pu خطی شده است.



نمودار (۵-۲): ولتاژ پست های فوق توزیع با و بدون حضور DG

بارگذاری خطوط فوق توزیع با و بدون حضور DG در نمودار (۳-۵) ارائه شده است. مشاهده می شود که با

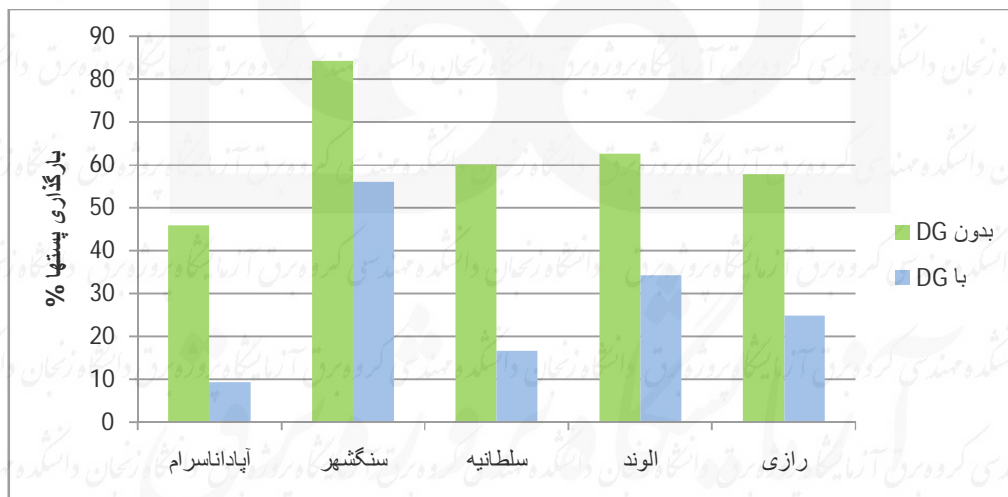
حضور DG بارگذاری خطوط به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است.



نمودار (۳-۵): بارگذاری خطوط فوق توزیع با و بدون حضور DG

بارگذاری پستهای فوق توزیع با و بدون حضور DG در نمودار (۴-۵) ارائه شده است. مشاهده می شود

بارگذاری پستها با حضور DG بطور چشمگیری کاهش یافته است.



نمودار (۴-۵): بارگذاری پستهای فوق توزیع با و بدون حضور DG



نتایج شبیه سازی نشان داد که استفاده از واحدهای تولید پراکنده در شبکه برق منطقه ای زنجان باعث

کاهش قابل توجه در تلفات توان خواهد شد. و همچنین ظرفیت خطوط به مقدار قابل توجهی آزاد می شود.

که این خود قابلیت بارگذاری سیستم را به عنوان یکی از پارامترهای مهم قابلیت اطمینان و نیز از نظر

پایداری شبکه بالا می برد. از اینرو هزینه های سرمایه گذاری جدید را که هم سنگین تر و هم دارای دوره

طولانی تری نسبت به نصب DG هستند، به تعویق می اندازد.

## مراجع

## مراجع:

[1] Zareipour, H., et al, "Distributed Generation: Current Status and Challenges", in proc. 36th Annual North American Power Symposium (NAPS), University of Idaho, August 2004.

[2] Griffin, T, et al, "Placement of Dispersed Generations Systems for Reduced Losses", Proceedings of the 33rd Hawaii Conference on System Sciences, 2000.

[3] Hadjsaid, H., et al, "Distributed generation Increases the Complexity of Controlling, Protecting, and Maintaining the Distribution Systems", IEEE Computer Application in Power, PP. 23-28, April 1999.

[4] Philipson, L., and Willis, H.L., "Understanding Electric Utilities and Deregulation", Marcel Dekker, 1988.

[۵] امیر مهرتاش، مسعود علی اکبر گلکار و سعید کمالی نیا، "تأثیر تولیدات پراکنده بر حفاظت شبکه های توزیع"، بیست و یکمین کنفرانس بین المللی برق، صفحات ۱۲۲۹-۱۲۲۱، تهران، ایران.

[6] M. Fontela, et al., Functional Specifications of Electric Networks with High Degrees of Distributed Generation, Deliverable D 1.1, CRISP: Distributed Intelligence in Critical Infrastructures for Sustainable Power, ENK8-CT-2002-00673, June 2003.

[7] T. Ackermann, G. Andersson, and L. Soder, "Distributed Generation: A Definition", Electric Power System Research, Vol. 57, No. 3, pp. 195-204, 2001.

[۸] تورج امرایی، محمود فتوحی فیروزآباد، علیمحمد رنجبر و بابک مظفری "تعیین اندازه و محل بهینه تولیدات پراکنده به منظور افزایش بارگذاری سیستم" نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، ایران.

[9] T.Ackermann, G.Anderson, L.Soder, "Distributed Generation: a definition", Elsevier science, PP195-204 Dec 2000.

[۱۰] سعید کمالی نیا، "بهبود ساختار شبکه برق با استفاده از قابلیت های تولید پراکنده و امکان سنجی نصب این منابع در ایران، هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران، کرمان، ایران، شهریور ۱۳۸۴

[11] IEA, "Distributed Generation in Liberalized Electricity Markets", Paris, p. 128.

[12] V. R. Brahmndhabheri, "Technical and Economic Feasibility Considerations of Alternative Energy Distributed Generation", Mississippi State, Mississippi, 2004.

[13] N. Jenkins, et al., Embedded Generation, ser. IEE Power and Energy Series. London: The Institution of Electrical Engineers, 2000.

[14] Michael T. Doyle, "Reviewing the Impacts of Distributed Generation on Distribution System Protection" Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, Vol. 1, 2002, pp. 103 -105.

[15] R. C. Dugan and T. E. McDermott, "Operating Conflicts for Distributed Generation on Distribution System", in Proc. Rural Electric Power Conf. , 2001, pp. A3/1-A3/6.

[16] S. Jantti, Connection of Distributed Energy Generation Units in the Distribution Network and Grid, 2003, Merinova Technology Centre.

[17] Ijumba, N.M.; Jimoh, A.A.; Nkabinde, M.; "Influence of distributed generation on distribution network performance" AFRICON, 1999 IEEE, Volume: 2, 28 Sept.-1 Oct. 1999, Page(s): 961-964 vol.2.

[18] "Distributed Generation in Liberalized Electricity Markets", International Energy Agency, 2002.

[۱۹] گروه مؤلفین سازمان انرژی های نو (سانا)، گزارش سازمان انرژی های نو

WWW.SUNA.ORG.IR

[20] Proger Lawrence & Stephen Middlekauff, "Applying Distributed Generation Tools in Power Design System", IEEE Industry Applications Magazine, Jan/Feb 2005. WWW.IEEE.ORG/IAS.

[21] W. El-Khattam, M. M. A. Salama, "Distributed generation technologies, definitions and benefits", Electric Power Syst. Res., pp. 119-128, 2004.

[22] G. W. Ault and J. R. Mc Donald, "Planning for Distributed Generation within Distribution Networks in Restructured Electricity Markets", IEEE Power Engineering Review, Vol. 20, Feb. 2000, pp.52-54.

[23] C. Wang and M. H. Nehrir, "Analytical Approaches for Optimal Placement of Distributed Generation Sources in Power Systems", IEEE Trans. Power Syst., Vol.19, No. 4, Nov. 2004, pp. 2068-2076.

[24] P. Chiradeja, R. Ramakumar, "An Approach to Quantify the Technical Benefits of Distributed Generation", IEEE Trans. Energy Conv., Vol. 19, No. 4, Dec. 2004, pp. 764-773.

[25] F. Sheidaei, M. Shadkam, M. Zarei, "Optimal Distributed Generation Allocation in Distribution Systems Employing Ant Colony to Reduce Losses", 43<sup>rd</sup> International Universities Power Engineering Conference, UPEC2008, pp. 1-5.

[26] C. L.T. Borges, D. M. Falcao, "Optimal Distributed Generation Allocation for Reliability, Losses, and Voltage Improvement", Electrical Power and Energy Systems, Vol. 28, 2006, pp. 413–420.